

為替レートの不確実性の下での 第3国通貨による価格設定

鍵 田 亨

概 要

日本の輸出に大きな割合を占めるアジア向けの取引では、第3国通貨である米ドル建の比率が高い。Giovanniniのモデルを拡張したモデルを分析した結果、一定の需要および費用関数に対する条件の下、第3国通貨による価格設定が輸出企業によって選択されることが分かった。

Johnson and Pickによって導入された競争企業の実在は、第3国通貨建の取引を説明するために必ずしも必要ではなく、また第3国通貨建取引が選択されるための需要および費用関数に対する大域的な条件に変化を与えない。

1 序論

鍵田 [15] では、日本の輸出におけるインボイス通貨について研究を行った。先進国の中で日本の輸出に占める円建取引の比率は低く、平成6年9月のデータで39.9%となっている。輸出の3割近くを占める対米貿易で円建比率は特に低く、20%近辺で推移している。一方、輸出の4割以上を占めるようになった対アジア貿易では、円建取引の比率は5割近くとかなり高い。しかし、一方で第3国通貨である米ドル建の比率も5割近くある。

国際貿易では一般に契約と決済の間にラグがある。そのため輸入国通貨で取引をした場合には支払われる代金に為替リスクが発生し、それを防ぐために輸出国通貨で取引をした場合には代金支払い時までの価格変化により需要の不確実性が発生する。しかし第3国通貨建で取引をした場合には、2つの不確実性に同時に見舞わ

れることになる。どうしてこのような状況が広く観察されるのであろうか。

インボイス通貨に関する過去の研究には、McKinnon [11], Bilson [2], Bissaro and Hamaui [3], Giovannini [6] Donnenfeld and Zilcha [4] などがあつた。しかし、これらはすべて2国間モデルであり、ここでの問題に対する答えとはならない。

Magee and Rao [10] は第3国通貨による取引が行われる理由として、取引費用、情報費用、異時点間の価値安定性の3つをあげている。では、こうした市場の摩擦要因以外に第3国通貨建取引が観察される理由はないのであろうか。

最近、Friberg [5] やJohnson and Pick [8] は、Giovannini や Donnenfeld and Zilcha のモデルを拡張し、第3国通貨による価格設定を分析している。Friberg は線型の費用関数、需要関数を仮定し、輸出国通貨、輸入国通貨および第3国通貨による価格設定戦略を

比較している。その結果として、輸入国通貨による価格設定が選択されること、一定の条件下では輸出国通貨よりも第3国通貨による価格設定が選好されることを主張している。しかし、第3国通貨による価格設定が輸出国通貨による価格設定よりも選好されるとしても、輸入国通貨による価格設定がより選好されるため、実際に第3国通貨による価格設定が行われていることについて説明とはなっていない。

Johnson and Pick は第3国通貨を導入したモデルを考察し、Giovannini のモデルで設定された条件の下では第3国通貨による価格設定は選択されないと主張している。一方、競争企業の存在を仮定すると、第3国通貨による価格設定による均衡が存在しうることを示している。

しかし競争企業が存在しないケースについて Johnson and Pick の導出した、各通貨による価格設定が選択される条件には誤りが見られる。実際にはモデルの枠組にしたがう限り、適切な需要関数、費用関数の条件の下、第3国通貨による価格設定は輸出企業にとって選択されうる。競争企業が存在するケースについても、導出された第3国通貨による価格設定が選択されるための条件についての解釈に不完全な点が見られる。

そこで次節では Johnson and Pick のモデルに基づき、競争市場が存在しないケースにおいて、第3国通貨による価格設定が選択される条件を明示する。ついで第3節においては、競争企業が存在するケースを考察し、各通貨による価格設定が行われる均衡が存在するための利潤関数に関する条件が、大域的には競争企業が存在しないケースと同じであることを示す。

2 第3国通貨の導入

本節ではまず輸出企業が1つだけ存在するケースを考える。輸出企業はリスク中立的であり、その目的は自国通貨建の利潤の期待値を最大化することと仮定する。輸出企業はその生産物の全てを外国市場に供給するものと仮定する。したがって自国市場は考慮しない。輸出企業は自国通貨、輸入国通貨あるいは第3国通貨より輸出価格を設定する。そしてその価格で予想される需要に基づき生産を行う。しかるのち、実際の販売がなされるという一連の経済活動を考える。このとき、輸出企業は、自国通貨建で価格を設定することにより単位産出あたりの収益を確実にすることはできるが、この場合実現される需要は不確実になる。輸入国通貨建で価格を設定した場合には逆のことがいえる。

s_e を第3国通貨1単位あたりの輸出国通貨、 s_i を第3国通貨1単位あたりの輸入国通貨、 s を輸入国通貨1単位あたりの輸出国通貨とする。為替市場は効率的であり、裁定機会が存在しないものとする。したがって $s = s_e/s_i$ である。

輸出企業の生産する財に対する需要は輸入国通貨建価格の関数 $Q(P_i)$ としてあらわされるものとする。また輸出企業の費用関数 $C(Q)$ は自国通貨単位で表される。需要関数および費用関数は2階連続微分可能であると仮定する。

輸出企業は価格だけでなく、それがどの通貨建で設定するかについても選択をする。 P を輸出価格とする。 P_e を財1単位あたりについて輸出企業が受け取る自国通貨単位であるとする。 P_i を財1単位あたりについて輸入企業が支払う輸入国通貨単位であるとする。輸出企業が (i) 自国通貨建で価格を設定したときには、 $P_e = P$ かつ $P_i = P/s$ となる。(ii) 輸入国通貨建で

価格を設定した場合には、 $P_e = P_s$ かつ $P_i = P$ となる。また (iii) 第3国通貨建てで価格を設定した場合には、 $P_e = P_{s_e}$ かつ $P_i = P_{s_i}$ となる。

価格が輸出国通貨，輸入国通貨，第3国通貨で設定された場合の利潤をそれぞれ π^e ， π^i ， π^v とする。 π^e ， π^i ， π^v はそれぞれ以下の式で表される。

$$\pi^e(P, s_e, s_i) = PQ\left(P \frac{s_i}{s_e}\right) - C\left(Q\left(P \frac{s_i}{s_e}\right)\right), \quad (1)$$

$$\pi^i(P, s_e, s_i) = P \frac{s_i}{s_e}(P) - C(Q(P)), \quad (2)$$

$$\pi^v(P, s_e, s_i) = P s_e Q(P s_i) - C(Q(P s_i)). \quad (3)$$

輸出企業の直面する問題は

$$\begin{aligned} & \max_{P, j} E[\pi^j(P, s_e, s_i)], \\ & P \in R_{++} \\ & \text{かつ } j \in \{e, i, v\} \end{aligned} \quad (4)$$

である。ここで E は期待を表すオペレータである。 $P^*(j)$, $j=e, i, v$ を，輸出企業がそれぞれ輸出国通貨，輸入国通貨，第3国通貨により価格を設定した場合に利潤を最大化する価格とする。たとえば $E[\pi^i(P^*(i), s_e, s_i)] > E[\pi^e(P^*(e), s_e, s_i)]$ のとき，輸入国通貨による価格設定が輸出国通貨による価格設定よりも選好される。

輸出国通貨による価格設定と輸入国通貨による価格設定の比較

π^e が s について狭義に凹であるケースでは Jensen の不等式より

$$E[\pi^e(P^*(e), s)] < \pi^e(P^*(e), E[s])$$

が成り立つ。ここで $P^i(e) = P(e)/E[s]$ を定義する。これを用いると(1), (2)より

$$\begin{aligned} & \pi^e(P^*(e), E[s]) \\ &= P^*(e) Q(P^*(e)/E[s]) \\ & \quad - C(Q(P^*(e)/E[s])) \\ &= P^i(e) E[s] Q(P^i(e)) - C(Q(P^i(e))) \\ &= \pi^i(P^i(e), E[s]). \end{aligned}$$

π^i は(2)から明らかなように s について線型である。したがって

$$\pi^i(P^i(e), E[s]) = E[\pi^i(P^i(e), s)].$$

$P^i(e)$ の定義より

$$E[\pi^i(P^i(e), s)] \leq E[\pi^i(P^*(i), s)]$$

は明らかである。以上のことから

$$E[\pi^e(P^*(e), s)] < E[\pi^i(P^*(i), s)]$$

が成立する。すなわち， π^e が s について狭義に凹であるケースでは，輸入国通貨による価格設定が輸出国通貨による価格設定よりも選好される。同様の議論により π^e が s について狭義に凸であるケースでは，輸出国通貨による価格設定が輸入国通貨による価格設定よりも選好される。

輸出国通貨による価格設定と第3国通貨による価格設定の比較

為替レート s_e, s_i の分布関数をそれぞれ $G(s_e)$ ， $G(s_i)$ で表す。また s_e, s_i の結合分布を $G(s_e, s_i)$ として表す。

π^v は定義 (3)式より s_e について線型である。したがって

$$\begin{aligned} & E[\pi^v(P^*(v), s_e, s_i)] \\ &= \iint \pi^v(P^*(v), s_e, s_i) dG(s_e, s_i) \\ &= \int \left[\int \pi^v(P^*(v), s_e, s_i) dG(s_e | s_i) \right] dG(s_i) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \int E[\pi^v(P^*(v), s_e, s_i) | s_i] dG(s_i) \\
&= \int \pi^v(P^*(v), E[s_e | s_i], s_i) dG(s_i) .
\end{aligned}$$

ここで $P^e(v) = P^*(v)E[s_e | s_i]$ と定義すると

$$\begin{aligned}
&\pi^v(P^*(v), E[s_e | s_i], s_i) \\
&= P^*(v)E[s_e | s_i]Q(P^*(v) | s_i) \\
&\quad - C(Q(P^*(v) | s_i)) \\
&= P^e(v)Q\left(P^e(v) \frac{s_i}{E[s_e | s_i]}\right) \\
&\quad - C\left(Q\left(P^e(v) \frac{s_i}{E[s_e | s_i]}\right)\right) \\
&= \pi^e(P^e(v), E[s_e | s_i], s_i)
\end{aligned}$$

が得られる。 π^e が s_e について狭義に凸であるケースでは

$$\begin{aligned}
&\pi^e(P^e(v), E[s_e | s_i], s_i) \\
&< E[\pi^e(P^e(v), s_e, s_i)] .
\end{aligned}$$

$P^*(e)$ の定義より

$$\begin{aligned}
&E[\pi^e(P^e(v), s_e, s_i)] \\
&\leq E[\pi^e(P^*(e), s_e, s_i)] .
\end{aligned}$$

以上より

$$\begin{aligned}
&E[\pi^v(P^*(v), s_e, s_i)] \\
&< E[\pi^e(P^*(e), s_e, s_i)] .
\end{aligned}$$

すなわち π^e が s_e について狭義に凸であるケースでは、第3国通貨による価格設定よりも輸出企業にとっての自国通貨による価格設定が選好される。同様の議論により π^e が s_e について狭義に凹であるケースでは、輸出国通貨による価格設定よりも第3国通貨による価格設定が選好される。

輸入国通貨による価格設定と第3国通貨による価格設定の比較

$E[\pi^v(P^*(v), s_e, s_i)]$ は

$$\begin{aligned}
&E[\pi^v(P^*(v), s_e, s_i)] \\
&= \int \left[\int \pi^v(P^*(v), s_e, s_i) dG(s_i | s_e) \right] dG(s_e) \\
&= \int E[\pi^v(P^*(v), s_e, s_i) | s_e] dG(s_e)
\end{aligned}$$

となる。 π^v が s_i について狭義に凹であるケースでは

$$\begin{aligned}
&\int E[\pi^v(P^*(v), s_e, s_i) | s_e] dG(s_e) \\
&< \int \pi^v(P^*(v), s_e, E[s_i | s_e]) dG(s_e) \quad (5)
\end{aligned}$$

が成立する。ここで $P^i(v) = P^*(v)E[s_i | s_e]$ を定義する。これを用いると(2)(3)より

$$\begin{aligned}
&\pi^v(P^*(v), s_e, E[s_i | s_e]) \\
&= P^*(v)s_eQ(P^*(v) | E[s_i | s_e]) \\
&\quad - C(Q(P^*(v) | E[s_i | s_e])) \\
&= P^i(v) \frac{s_e}{E[s_i | s_e]} Q(P^i(v)) \\
&\quad - C(Q(P^i(v))) \\
&= \pi^i(P^i(v), s_e, E[s_i | s_e])
\end{aligned}$$

が得られる。これを(5)の右辺に代入し、 π^i が s_i について凸型であることから⁽¹⁾

$$\begin{aligned}
&\int \pi^v(P^*(v), s_e, E[s_i | s_e]) dG(s_e) \\
&= \int \pi^i(P^i(v), s_e, E[s_i | s_e]) dG(s_e) \\
&< \int E[\pi^i(P^i(v), s_e, s_i) | s_e] dG(s_e) \\
&= E[\pi^i(P^i(v), s_e, s_i)]
\end{aligned}$$

となる。 $P^*(i)$ の定義より $E[\pi^i(P^i(v), s_e, s_i)] \leq E[\pi^i(P^*(i), s_e, s_i)]$ である。以上をまとめると次の式が得られる。

(1) π^i の定義 ((2) 式) より明らか。

$$E[\pi^v(P^*(v), s_e, s_i)] < E[\pi^i(P^*(i), s_e, s_i)]$$

すなわち π^v が s_i について狭義に凹であるケースでは輸入国通貨による価格設定が第3国通貨による価格設定よりも選好される。また同様の議論により π^v が s_i について狭義に凸であるケースでは、第3国通貨による価格設定が輸入国通貨による価格設定よりも選好される。

以上のことをまとめると次のようになる。

π^e が s_e について狭義に凸	→	$e > v$
π^e が s について狭義に凸	→	$e > i$
π^e が s について狭義に凹	→	$i > e$
π^v が s_i について狭義に凹	→	$i > v$
π^e が s_e について狭義に凹	→	$v > e$
π^v が s_i について狭義に凸	→	$v > i$

ここで e, i, v はそれぞれ輸出国通貨、輸入国通貨、第3国通貨により価格を設定する戦略を表す。

また例えば $i > e$ は、輸入国通貨による価格設定が輸出国通貨による価格設定よりも輸出企業によって選好されることを表す。

費用関数および需要関数についての条件

(1), (2), (3) に対して先の議論でえられた条件を適用することにより、各通貨によるインボイスが選択されるための費用関数および需要関数についての条件が得られる。輸出国通貨が選択されるための条件は

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \pi^e}{\partial s^2} \\ &= \frac{2PQ'}{s^3}(P-C') \\ &+ \frac{P^2}{s^4}\{Q'(P-C') - C''Q'^2\} > 0, \quad (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \pi^e}{\partial s_e^2} \\ &= \frac{2Ps_iQ'}{s_e^3}(P-C') \\ &+ \frac{P^2s_i^2}{s_e^4}\{Q''(P-C') - C''Q'^2\} > 0. \quad (7) \end{aligned}$$

輸入国通貨が選択されるための条件は

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \pi^e}{\partial s^2} \\ &= 2PQ's^3(P-C') \\ &+ P^2s^4\{Q''(P-C') - C''Q'^2\} < 0, \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \pi^v}{\partial s_i^2} \\ &= P^2Q''(Ps_e - C') \\ &- C''P^2Q'^2 < 0. \quad (9) \end{aligned}$$

第3国通貨が選択されるための条件は

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \pi^e}{\partial s_e^2} \\ &= 2Ps_iQ's_e^3(P-C') \\ &+ P^2s_i^2s_e^4\{Q''(P-C') \\ &- C''Q'^2\} < 0, \quad (10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \pi^v}{\partial s_i^2} \\ &= P^2Q''(Ps_e - C') \\ &- C''P^2Q'^2 > 0. \quad (11) \end{aligned}$$

である。全てのとりうる為替レートについて単位産出あたりの収入は限界費用を超えるものとする。これは、このモデルのように1企業が独占的に財を生産する状況では妥当な仮定であろう。

(6), (7)の第1項は負である。したがって(6), (7)が成立するためには第2項が正であり、かつ第1項に比べて十分に大きくなくてはならない。そのためには少なくとも $Q'' > 0$ か $C'' < 0$ のいずれかが成立しなければならない。

(8)については、第1項が負であるため、 Q''

<0 かつ $C'' > 0$ が十分条件となる。(9)についても、 $Q'' < 0$ かつ $C'' > 0$ が十分条件となる。したがって需要が価格について凹でありかつ費用関数が通増的である場合は、かならず輸入国通貨による価格設定が選択されることになる。

(11)については、 $Q'' > 0$ かつ $C'' < 0$ が十分条件となる。 $Q'' > 0$ かつ $C'' < 0$ のとき、(10)の第2項は正となる。しかし第2項に比べて第1項が十分に小さいときは(10)は成立しうる。これは Q'' 、 C'' の絶対値が小さく、需要の価格に対する感応性が高いときに生じうる。つまり需要関数および費用関数が一定の条件を満たすとき、第3国通貨による価格設定が選択されうるのである。

3 競争企業が存在するケース

前節では、第3国通貨による価格設定が選択される可能性が存在することを示した。Johnson and Pick は競争企業が存在しないケースでは第3国通貨による価格設定が選択される可能性を否定した一方で、競争企業が存在するケースでは第3国通貨による価格設定が選択される可能性が存在すると論じている。本節では、Johnson and Pick が示した第3国通貨による価格設定が選択されるための条件は大域的には競争企業が存在しないケースと違いがないこと、したがって競争企業をモデルに導入することの有効性は限られていることを示す。

2つの異なる国籍の輸出企業が1つの輸入国市場に輸出を行うケースを考える。前節のケースと同じく、自国市場は存在しないものとする。2つの輸出企業についての変数を添字1と2で区別することにする。需要関数および費用関数は2つの輸出企業で同じ性質を持っているものと仮定する。2つの輸出企業が生産する財は不

完全代替財であるとする。このとき一般的に輸出企業の利潤関数は $\pi_j^i(P_1, P_2, k, s_{e1}, s_{e2}, s_i)$ となる。 j, k はそれぞれ輸出企業1, 2がどの国の通貨で価格を設定するかをあらわす ($j, k \in \{e, i, v\}$)。輸出企業1, 2は前節と同じく、それぞれ期待利潤を最大化することを目指すとする。このとき以下の式を満たす戦略の集合 (P_1^*, P_2^*, j^*, k^*) として Nash 均衡が定義される。

$$\begin{aligned} E[\pi_j^{i^*}(P_1^*, P_2^*, k^*, s_{e1}, s_{e2}, s_i)] \\ \geq E[\pi_j^i(P_1, P_2, k^*, s_{e1}, s_{e2}, s_i)], \\ \forall P_1 \in R_{++} \text{ and } j \in \{e, i, v\}, \\ E[\pi_j^{k^*}(P_1^*, P_2^*, j^*, s_{e1}, s_{e2}, s_i)] \\ \geq E[\pi_j^k(P_1^*, P_2, j^*, s_{e1}, s_{e2}, s_i)], \\ \forall P_2 \in R_{++} \text{ and } j \in \{e, i, v\}. \end{aligned}$$

輸出企業1, 2の需要関数および費用関数はそれぞれ同じ性質を持っていると仮定したので、競争企業のインボイス戦略を所与としたとき、最適な戦略が競争企業と同じインボイス戦略のときに均衡が存在するといえる。

輸出国通貨による価格設定

π_1^e が s_1 について狭義に凸でありかつ π_1^i が s_{e1} について狭義に凸であると仮定する。このとき Nash 均衡が存在し、2つの輸出企業はともに自国通貨により価格設定を行う。このことは以下のように説明される。

まず戦略 e と i を比較しよう。競争企業は自国通貨で価格を設定するとする。このとき企業1が戦略 e, i をとったときの利潤関数はそれぞれ

$$\begin{aligned} \pi_1^e &= P_1 Q_1(P_1/s_1, P_2/s_2) \\ &\quad - C_1(Q_1(P_1/s_1, P_2/s_2)), \end{aligned} \quad (12)$$

$$\pi_1^i = P_1 s_1 Q_1(P_1, P_2/s_2) - C_1(Q_1(P_1, P_2/s_2)). \quad (13)$$

となる。輸入国通貨により価格を設定したときの最適利潤の期待値は

$$E[\pi_1^i(P_1^*(i), P_2, e, s_1, s_2)] = \int E[\pi_1^i(P_1^*(i), P_2, e, s_1, s_2) | s_2] dG(s_2).$$

(13)より明らかに π_1^i は s_1 について線型である。

$P_1^*(i) = P_1(i)E[s_1 | s_2]$ と定義すると

$$\begin{aligned} E[\pi_1^i(P_1^*(i), P_2, e, s_1, s_2) | s_2] &= \pi_1^*(P_1^*(i), P_2, e, E[s_1 | s_2], s_2) \\ &= P_1^*(i)E[s_1 | s_2]Q_1(P_1^*(i), P_2/s_2) \\ &\quad - C_1(Q_1(P_1^*(i), P_2/s_2)) \\ &= P_1^*(i)Q_1(P_1^*(i)/E[s_1 | s_2], P_2/s_2) \\ &\quad - C_1(Q_1(P_1^*(i)/E[s_1 | s_2], P_2/s_2)) \\ &= \pi_1^e(P_1^e(i), P_2^*, e, E[s_1 | s_2], s_2). \end{aligned}$$

仮定より π_1^e が s_1 について狭義に凸であることおよび $P_1^e(i)$ の定義より

$$\begin{aligned} \pi_1^e(P_1^e(i), P_2, e, E[s_1 | s_2], s_2) &< E[\pi_1^e(P_1^e(i), P_2, e, s_1, s_2) | s_2] \\ &\leq E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, e, s_1, s_2) | s_2]. \end{aligned}$$

したがって

$$\begin{aligned} E[\pi_1^i(P_1^*(i), P_2, e, s_1, s_2)] &< \int E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, e, s_1, s_2) | s_2] dG(s_2) \\ &= E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, e, s_1, s_2)]. \end{aligned}$$

つぎに e と v を比較する。競争企業は自国通貨で価格を設定するとする。このとき企業1が戦略 e, v をとったときの利潤関数はそれぞれ

$$\begin{aligned} \pi_1^e &= P_1 Q_1\left(P_1 \frac{s_1}{s_{e1}}, P_2 \frac{s_1}{s_{e2}}\right) \\ &\quad - C_1\left(Q_1\left(P_1 \frac{s_1}{s_{e1}}, P_2 \frac{s_1}{s_{e2}}\right)\right), \quad (14) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_1^v &= P_1 s_{e1} Q_1\left(P_1 s_{e1}, P_2 \frac{s_1}{s_{e2}}\right) \\ &\quad - C_1\left(Q_1\left(P_1 s_{e1}, P_2 \frac{s_1}{s_{e2}}\right)\right). \quad (15) \end{aligned}$$

となる。第3国通貨により価格を設定したときの最適利潤の期待値は

$$\begin{aligned} E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, e, s_{e1}, s_{e2}, s_i)] &= \int \int E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, e, s_{e1}, s_{e2}, s_i) | s_{e2}, s_i] \\ &\quad dG(s_{e2}, s_i). \end{aligned}$$

(15)より π_1^v は s_{e1} について線型なので $P_1^*(v) = P_1^*(v)E[s_{e1} | s_{e2}, s_i]$ と定義すると

$$\begin{aligned} E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, e, s_{e1}, s_{e2}, s_i) | s_{e2}, s_i] &= \pi_1^v(P_1^*(v), P_2, e, E[s_{e1} | s_{e2}, s_i], s_{e2}, s_i) \\ &= P_1^*(v)E[s_{e1} | s_{e2}, s_i]Q_1\left(P_1^*(v)s_i, P_2 \frac{s_i}{s_{e2}}\right) \\ &\quad - C_1\left(Q_1\left(P_1^*(v)s_i, P_2 \frac{s_i}{s_{e2}}\right)\right) \\ &= P_1^*(v)Q\left(P_1^*(v), \frac{s_i}{E[s_{e1} | s_{e2}, s_i]}, P_2 \frac{s_i}{s_{e2}}\right) \\ &\quad - C\left(Q\left(P_1^*(v), \frac{s_i}{E[s_{e1} | s_{e2}, s_i]}, P_2 \frac{s_i}{s_{e2}}\right)\right) \\ &= \pi_1^e(P_1^e(v), P_2, e, E[s_{e1} | s_{e2}, s_i], s_{e2}, s_i). \end{aligned}$$

仮定より π_1^e は s_{e1} について狭義に凸なので

$$\begin{aligned} \pi_1^e(P_1^e(v), P_2, e, E[s_{e1} | s_{e2}, s_i], s_{e2}, s_i) &< E[\pi_1^e(P_1^e(v), P_2, e, s_{e1}, s_{e2}, s_i) | s_{e2}, s_i]. \end{aligned}$$

したがって $P_1^e(v)$ の定義より

$$\begin{aligned} E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, e, s_{e1}, s_{e2}, s_i)] &< \int \int E[\pi_1^e(P_1^e(v), P_2, e, s_{e1}, s_{e2}, s_i) | s_{e2}, s_i] \\ &\quad dG(s_{e2}, s_i) \\ &\leq E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, e, s_{e1}, s_{e2}, s_i)]. \end{aligned}$$

輸入国通貨による価格設定

π_1^e が s_1 について狭義に凹であり、 π_1^v が s_i について狭義に凹であると仮定する。このとき Nash 均衡が存在し、2つの輸出企業はともに

輸入国通貨により価格設定を行う。このことは以下のように説明される。

まず戦略 e と i を比較する。競争企業は輸入国通貨で価格を設定するとする。このとき企業 1 が戦略 e , i をとったときに利潤関数はそれぞれ

$$\pi_1^e = P_1 Q_1(P_1/s_1, P_2) - C_1(Q_1(P_1/s_1, P_2)), \quad (16)$$

$$\pi_1^i = P_1 s_1 Q_1(P_1, P_2) - C_1(Q_1(P_1, P_2)). \quad (17)$$

となる。仮定より π_1^e は s_1 について狭義に凹なので、自国通貨により価格を設定したときの最適な利潤関数の期待値について

$$\begin{aligned} E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, i, s_1)] \\ < \pi_1^e(P_1^*(e), P_2, i, E[s_1]) \\ = P_1^*(e) Q_1(P_1^*(e)/E[s_1], P_2) \\ - C_1(Q_1(P_1^*(e)/E[s_1], P_2)). \end{aligned}$$

が成立する。ここで $P_1^i(e) = P_1(e)/E[s_1]$ と定義すると

$$\begin{aligned} P_1^*(e) Q_1(P_1^*(e)/E[s_1], P_2) \\ - C_1(Q_1(P_1^*(e)/E[s_1], P_2)) \\ = P_1^i(e) E[s_1] Q_1(P_1^i(e), P_2) \\ - C_1(Q_1(P_1^i(e), P_2)) \\ = \pi_1^i(P_1^i(e), P_2, i, E[s_1]). \end{aligned}$$

が得られる。(17)より π_1^i は明らかに s_1 について線型である。したがって $P_1^i(e)$ の定義より

$$\begin{aligned} E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, i, s_1)] \\ < E[\pi_1^i(P_1^i(e), P_2, i, s_1)] \\ \leq E[\pi_1^i(P_1^i(i), P_2, i, s_1)]. \end{aligned}$$

つぎに i と v を比較する。競争企業は輸入国通貨で価格を設定する。このとき輸出企業 1 が

戦略 i , v をとったときの利潤関数はそれぞれ

$$\pi_1^i = P_1 \frac{s_{e1}}{s_i} Q_1(P_1, P_2) - C_1(Q_1(P_1, P_2)), \quad (18)$$

$$\pi_1^v = P_1 s_{e1} Q_1(P_1 s_i, P_2) - C_1(Q_1(P_1 s_i, P_2)). \quad (19)$$

となる。輸出企業 1 が第 3 国通貨で価格を設定したとき最適な利潤の期待値は

$$\begin{aligned} E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, i, s_{e1}, s_i)] \\ = \int E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, i, s_{e1}, s_i) | s_{e1}] dG(s_{e1}). \end{aligned}$$

仮定より π_1^v は s_i について狭義に凹なので $P_1^i(v) = P_1^*(v) E[s_i | s_{e1}]$ と定義すると

$$\begin{aligned} E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, i, s_{e1}, s_i) | s_{e1}] \\ < \pi_1^v(P_1^*(v), P_2, i, s_{e1}, E[s_i | s_{e1}]) \\ = P_1^*(v) s_{e1} Q_1(P_1^*(v) E[s_i | s_{e1}], P_2) \\ - C_1(Q_1(P_1^*(v) E[s_i | s_{e1}], P_2)) \\ = P_1^i(v) \frac{s_{e1}}{E[s_i | s_{e1}]} Q_1(P_1^i(v), P_2) \\ - C_1(Q_1(P_1^i(v), P_2)) \\ = \pi_1^i(P_1^i(v), P_2, i, s_{e1}, E[s_i | s_{e1}]). \end{aligned}$$

(18)より π_1^i は s_i について明らかに凸であるので

$$\begin{aligned} \pi_1^i(P_1^i(v), P_2, i, s_{e1}, E[s_i | s_{e1}]) \\ < E[\pi_1^i(P_1^i(v), P_2, i, s_{e1}, s_i) | s_{e1}]. \end{aligned}$$

したがって

$$\begin{aligned} E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, i, s_{e1}, s_i)] \\ < E[\pi_1^i(P_1^i(v), P_2, i, s_{e1}, s_i)] \\ \leq E[\pi_1^i(P_1^i(i), P_2, i, s_{e1}, s_i)]. \end{aligned}$$

第 3 国通貨による価格設定

π^e が s_{e1} について狭義に凹であり、 π^i が s_i について狭義に凹であり、 π^v が s_i について狭義に凸であると仮定する。このとき Nash 均衡が存在し、2 つの輸出企業とともに第 3 国通貨に

より価格を設定する。このことは以下のように説明される。

競争企業は第3国通貨で価格を設定するとする。このとき企業1が戦略 e, i, v をとったときの利潤関数はそれぞれ

$$\pi_1^e = P_1 Q_1(P_1 \frac{S_i}{S_{e1}}, P_2 S_i) - C_1(Q_1(P_1 \frac{S_i}{S_{e1}}, P_2 S_i)), \quad (20)$$

$$\pi_1^i = P_1 \frac{S_{e1}}{S_i} Q_1(P_1, P_2 S_i) - C_1(Q_1(P_1, P_2 S_i)), \quad (21)$$

$$\pi_1^v = P_1 S_{e1} Q_1(P_1 S_i, P_2 S_i) - C_1(Q_1(P_1 S_i, P_2 S_i)). \quad (22)$$

となる。

まず戦略 e と v を比較する。輸出国通貨により価格を設定したときの最適利潤の期待値は

$$\begin{aligned} E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i)] \\ = \iint E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e2}, S_i] dG(S_{e2}, S_i). \end{aligned}$$

仮定より π_1^e は S_{e1} について狭義に凹であるので、 $P_1^*(e) = P^*(e) / E[S_{e1} | S_{e2}, S_i]$ と定義すると

$$\begin{aligned} E[\pi_1^e(P_1^*(e), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e2}, S_i] \\ < \pi_1^e(P_1^*(e), P_2, v, E[S_{e1} | S_{e2}, S_i], S_{e2}, S_i) \\ = P_1^*(e) Q_1(P_1^*(e) S_i / E[S_{e1} | S_{e2}, S_i], P_2 S_i) \\ - C_1(Q_1(P_1^*(e) S_i / E[S_{e1} | S_{e2}, S_i], P_2 S_i)) \\ = P_1^v(e) E[S_{e1} | S_{e2}, S_i] Q_1(P_1^v(e) S_i, P_2 S_i) \\ - C_1(Q_1(P_1^v(e) S_i, P_2 S_i)) \\ = \pi_1^v(P_1^v(e), P_2, v, E[S_{e1} | S_{e2}, S_i], S_{e2}, S_i). \end{aligned}$$

22から π_1^v が S_{e1} について線型なのは明らかであるので

$$\begin{aligned} \pi_1^v(P_1^v(e), P_2, v, E[S_{e1} | S_{e2}, S_i], S_{e2}, S_i) \\ = E[\pi_1^v(P_1^v(e), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e2}, S_i]. \end{aligned}$$

したがって

$$\begin{aligned} E[\pi_1^e(P_1(e), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i)] \\ < \iint E[\pi_1^v(P_1^v(e), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e2}, S_i] dG(S_{e2}, S_i) \\ = E[\pi_1^v(P_1^v(e), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i)] \\ \leq E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i)]. \end{aligned}$$

つぎに i と v を比較する。輸入国通貨で価格を設定したときの最適利潤の期待値は

$$\begin{aligned} E[\pi_1^i(P_1^*(i), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i)] \\ = \iint E[\pi_1^i(P_1^*(i), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e1}, S_{e2}] dG(S_{e1}, S_{e2}). \end{aligned}$$

仮定より π_1^i は S_i について狭義に凹である。

$P_1^v(i) = P_1^*(i) / E[S_i | S_{e1}, S_{e2}]$ と定義すると

$$\begin{aligned} E[\pi_1^i(P_1^*(i), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e1}, S_{e2}] \\ < \pi_1^i(P_1^*(i), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, E[S_i | S_{e1}, S_{e2}]) \\ = P_1^*(i) \frac{S_{e1}}{E[S_i | S_{e1}, S_{e2}]} Q_1(P_1, P_2 E[S_i | S_{e1}, S_{e2}]) \\ - C_1(Q_1(P_1, P_2 E[S_i | S_{e1}, S_{e2}])) \\ = P_1^v(i) S_{e1} Q_1(P_1^v(i) E[S_i | S_{e1}, S_{e2}], P_2 E[S_i | S_{e1}, S_{e2}]) \\ - C_1(Q_1(P_1^v(i) E[S_i | S_{e1}, S_{e2}], P_2 E[S_i | S_{e1}, S_{e2}])) \\ = \pi_1^v(P_1^v(i), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, E[S_i | S_{e1}, S_{e2}]). \end{aligned}$$

仮定より π_1^v は S_i について狭義に凸であるので

$$\begin{aligned} \pi_1^v(P_1^v(i), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, E[S_i | S_{e1}, S_{e2}]) \\ < E[\pi_1^v(P_1^v(i), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e1}, S_{e2}] \\ \leq E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e1}, S_{e2}]. \end{aligned}$$

したがって

$$\begin{aligned} E[\pi_1^i(P_1^*(i), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i)] \\ < \iint E[\pi_1^v(P_1^*(v), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i) | S_{e1}, S_{e2}] dG(S_{e1}, S_{e2}) \\ = \pi_1^v(P_1^*(v), P_2, v, S_{e1}, S_{e2}, S_i). \end{aligned}$$

第3国通貨が使用される条件

2つの輸出企業がともに自国通貨で価格を設定するようなNash均衡は π^e が s について狭義

に凸であり、かつ π^e が s_e について狭義に凸であるときに存在する。この条件は、競争企業が存在しないときに輸出国通貨が選択されるための条件と全く同じである。

2つの輸出企業がともに輸入国通貨で価格を設定するようなNash均衡は π^e が s について凹であり、 π^v が s_i について凹であるときに存在する。この条件もまた、競争企業が存在しないときに輸入国通貨が選択されるための条件と全く同じである。

2つの輸出企業がともに第3国通貨で価格を設定するようなNash均衡は (v-i) π^e が s_e について凹であり、(v-ii) π^i が s_i について凹であり、かつ (v-iii) π^v が s_i について凸であるときに存在する。(v-i)、(v-iii)の条件は競争企業が存在しないときに第3国通貨による価格設定が選択されるための条件と同じである。ただし (v-iii) については、競争企業の財の輸入国通貨建の価格が為替レート s_i の影響を受けるため、需要関数、費用関数に対して具体的にどのような制約がかかってくるかは異なる。

(v-ii) は競争企業が第3国通貨により価格を設定するとき、需要が為替レート s_i の影響を受けるために新たに必要となった条件である。

条件 (v-i) は(10)式と同等である。

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \pi_1^e}{\partial s_{e1}^2} \\ &= \frac{2 P_1 s_i Q_{1,1}}{s_{e1}^3} (P_1 - C') \\ & \quad + \frac{P_1^2 s_i^2}{s_{e1}^4} \{Q_{1,11}(P - C') - C'' Q_{1,1}^2\} \\ & < 0. \end{aligned} \quad (23)$$

条件 (v-ii) については(21)の π_1^i の s_i についての2階の偏微分が負となることに等しい。

$$\frac{\partial^2 \pi_1^i}{\partial s_i^2}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2 P_1 s_{e1}}{Q s_i^3} \left(1 - \frac{P_2 s_i}{Q} Q_{1,2}\right) \\ & \quad + P_2^2 Q_{1,22} \left(P_1 \frac{s_{e1}}{s_i} - C'\right) P_2^2 C'' Q_{1,2}^2 \\ & < 0. \end{aligned} \quad (24)$$

条件 (v-iii) については(22)の π_1^v の s_i についての2階の偏微分が正となることに等しい。

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 \pi_1^v}{\partial s_i^2} \\ &= (P_1 s_{e1} - C') \\ & \quad (P_1^2 Q_{1,11} + 2 P_1 P_2 Q_{1,12} \\ & \quad + P_2^2 Q_{1,22}) - C'' (P_1 Q_{1,1} + P_2 Q_{1,2})^2 \\ & > 0. \end{aligned} \quad (25)$$

ただしここで Q_1 についた添字 1, 2 はそれぞれ輸出企業 1, 2 が提示する輸入国通貨建に換算した価格に関する偏微分をあらわす。

条件 (v-i) が成立するためには、 $Q_{1,11} < 0$ かつ $C'' > 0$ が十分条件となる。ただし第1項が負であるため、それをこえない限り第2項が正となることは可能である。

条件 (v-ii) が成立するためには、交差弾力性 $((P_2 s_i / Q) Q_{1,2})$ が1より大きく、 $Q_{1,22} < 0$ かつ $C'' > 0$ が十分条件となる。

条件 (v-iii) について考察する。(25)式の第2項は、費用関数が凹であれば正となる。しかし、条件 (v-i)、(v-ii) が成立するための十分条件が満たされるとするならば、費用関数は凸となり、第2項は負となる。第1項は、需要が凸関数であれば正となる。しかし、条件 (v-i)、(v-ii) が成立するための十分条件が満たされるとするならば、 $Q_{1,11} < 0$ 、 $Q_{1,22} < 0$ となり、需要は凸関数たりえない。言い換えると、各価格について凹のとき、需要関数の Hessian は正値定符号とはなりえない。

(v-iii) が常に成立するためには需要関数および費用関数に、競争企業が存在しない場合と同じように(2)の制約が存在するのである。

ただしこのことは、局所的に $P_1^2 Q_{1,11} + 2P_1 P_2 Q_{1,12} + P_2^2 Q_{1,22}$ が正となることを否定するものではない。局所的には、各価格についての2階の偏微分が負であっても、 $P_1^2 Q_{1,11} + 2P_1 P_2 Q_{1,12} + P_2^2 Q_{1,22}$ は正となりうる。たとえば

$$Q_1(P_1, P_2) = 2 - 3P_1^{1.2} + P_1^{0.5} + P_1 P_2$$

とおこう。 $P_1 = P_2 = 1$ の点について考える。このとき、 $Q_{1,11} = 0.72$ 、 $Q_{1,22} = 0.25$ となり、 Q_1 は各価格について凹となる。 $P_1^2 Q_{1,11} + 2P_1 P_2 Q_{1,12} + P_2^2 Q_{1,22}$ は 0.003 と正であり、また交差弾力性は 1.5 となる。為替レート s_i を 1 とし、費用関数を線型とすれば、価格 $P_1 = 1$ 、 $P_2 = 1$ において、この需要関数は (v-i)、(v-ii)、(v-iii) のすべてを満たす⁽²⁾。

例えば、競争企業が存在しないケースでは、費用関数が凹であるためには $Q_{1,11} > 0$ が必要となっていた。競争企業が存在する場合、局所的にこの条件は必要でなくなる。しかし、そこから具体的な需要関数を特定化することは困難である。したがって、競争企業の存在をモデルに導入することの有効性は限られている。

4 結論

本論文では、第3国通貨によるインボイスが行われるための条件について分析を行った。国際貿易では一般に契約と決済の間にラグがある。そのため輸入国通貨で取引をした場合には支払われる代金に為替リスクが発生し、それを防ぐために輸出国通貨で取引をした場合には代金支

払い時までの価格変化により需要の不確実性が発生する。そうしたなかで利潤の期待値の最大化を目的とするリスク中立的な輸出企業を仮定すると、費用逓減的で、需要が価格について凸であり、かつその度合いが需要の価格に対する感応性に比べて小さいとき、第3国通貨による価格設定が選択されることを明らかにした。

一方で、Johnson and Pick が第3国通貨建の取引が行われるために必要であるとした競争企業の存在は、必ずしも必要ではなく、第3国通貨建が選択されるための条件を本質的に変えるものではないことを示した。

しかしモデルで想定されている一連の取引の過程が妥当であるかどうかには検証が必要であろう。また、取引費用、情報費用などの市場の摩擦的要因についても考慮を払う必要があると考える。そうしたことを含めて、今後の研究の課題としたい。

参考文献

- [1] David P. Baron. Fluctuating exchange rates and the pricing of exports. *Economic Inquiry*, Vol. 14, pp. 425-438, Sept. 1976.
- [2] John F. O. Bilson. The choice of an invoice currency in international transactions. In J. S. Bandhori and B. H. Putnam, editors, *Economic Interdependence and Flexible Exchange Rate*, chapter 14, pp. 384-401. MIT Press, Harvard, 1983.
- [3] Gianantonio Bissaro and Rony Hamaui. The choice of invoice currency in an inter-temporal model of price setting. *Giornale degli Economisti*, Vol. 47, pp. 139-161, 1988.
- [4] Shabtai Donnenfeld and Itzhak Zilcha. Pricing of exports and exchange rate uncertainty.

(2) Johnson and Pick は線型の需要関数および、費用関数を例としてあげている。しかしこの場合、各通貨による価格設定は無差別となり、価格設定通貨の選択を考察する意味が失われる。

- International Economic Review*, Vol. 32, No. 4, pp. 1009-1022, November 1991.
- [5] Richard Friberg. On the role of pricing export in a third currency. *Working Paper Series in Economics and Finance*, No. 128, September 1996. The Economic Research Institute, Stockholm School of Economics.
- [6] Alberto Giovannini. Exchange rates and traded goods prices. *Journal of International Economics*, Vol. 24, pp. 45-68, 1988.
- [7] Sven Grassman. A fundamental symmetry in international payment patterns. *Journal of International Economics*, Vol. 3, pp. 105-116, May 1973.
- [8] Martin Johnson and Daniel Pick. Currency quandary. The choice of invoicing currency under exchange-rate uncertainty. *Review of International Economics*, Vol. 5, No. 1, pp. 118-128, 1997.
- [9] 河合正弘. 「円の国際化」. 伊東隆敏(編), 『国際金融の現状』, 第10章, pp. 275-326. 東京大学出版会, 1992.
- [10] Stephen P. Magee and Ramesh K. S. Rao. Vehicle and nonvehicle currencies in international trade. *American Economic Review*, Vol. 70, No. 2, pp. 368-373, May 1980.
- [11] Ronald I. McKinnon. *Money in International Exchange. The Convertible Currency System*. Oxford University Press, New York, 1979. [鬼塚雄丞, 工藤和久, 河合正弘訳『国際通貨・金融論』日本経済新聞社, 1985年].
- [12] S. A. B. Page. Currency of invoicing in merchandise trade. *National Institute Economic Review*, Vol. 81, pp. 77-81, August 1977.
- [13] 鍵田亨. 通貨代替と貨幣需要. 早稲田経済学研究, No. 42, pp. 55-68, 12月1995.
- [14] 鍵田亨. 通貨代替, 貨幣サービスモデル, 共和分. 早稲田経済学研究, No. 44, pp. 105-115, 3月1997.
- [15] 鍵田亨. 日本における貿易契約・決済通貨の研究. 早稲田経済学研究, No. 46, pp. 41-52, 2月1998.

(博士後期課程第4年度生)